

令和元年5月31日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03016

研究課題名(和文)多様な顧客価値を実現するプラットフォームコンセプトのデザインと創成支援

研究課題名(英文) Design and Creative Planning of Platform Concept for Realizing Diverse Customer's Value

研究代表者

藤田 喜久雄 (FUJITA, Kikuo)

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：10228992

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、カスタマイゼーションにおける顧客ニーズ・技術的可能性・経済的合理性のトレードオフを的確に見定めたプロダクトコンセプトを合理的に展開するための枠組みとして、各論点のもとでのシステム構造と相互関係(ニプラットフォーム)を俯瞰し、整合性を持ってデザインすることの意義や課題を明確にした上で、そのようなプラットフォームコンセプトのデザインを創成するための各種の支援手法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会や生活の成熟や科学技術の高度化のもと、製造業においては、多様な顧客ニーズに柔軟に対応して機能的に優れ経済的にも合理的な製品をデザインし市場に送り出すことが求められている。そのためには、顧客ニーズから市場での流通に至るまでの広範囲の内容を俯瞰的にとらえて、広義の意味で優れた製品を生み出すプラットフォームコンセプトのデザインが鍵となるが、本研究では、そのような課題において鍵となる課題を抽出し、その典型的な課題のそれぞれに対する支援手法を構成し、設計問題への適用を通じて妥当性などについての検討を行った。

研究成果の概要(英文)：This study aimed for providing the framework for rationally deploying product concept with compromising various trade-offs among customer needs, technological feasibility, and economic affordability under the customization context. Toward such direction, this study clarified the meanings and issues in designing the platform concept with widely viewing the system structures under various viewpoints and their relationships, and proposed several design methods for creatively designing product architectures under those standpoints.

研究分野：設計工学

キーワード：設計工学 システム工学 経営学 機械工作・生産工学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会や生活の成熟のもと、製品の設計や開発においては、多様な顧客に対してそれぞれの希求する価値を充足する製品群を柔軟かつ効率的に提供するカスタマイゼーションが求められている。そのようなデザインを展開していく上での根幹として、コンセプトに基づいて多様な製品を展開していくためのプラットフォームのデザインの重要性がますます高まってきていた。

(2) プラットフォームのデザインについては、製品の機能構造(主に技術的可能性に対応)と実体構造(主に経済的合理性に対応)との対応関係を規定するアーキテクチャの策定が鍵となる。そのような課題への方法論については既に様々な研究もなされてきていたが、求められる多様性の拡大や設計において考慮される範囲の拡大に対して、従来の枠組みだけでは十分な対応ができないようになっていた。

(3) 上記の不足については、製品内容の根源にある顧客ニーズそのものとの整合性にまで明示的な検討が及んでいなかったことを典型として、当該の枠組みでの検討範囲が、単一の製品を対象としていた枠組みからは拡大していたものの、まだまだ、不足していたことに主たる原因があることが想定された。一方では、顧客ニーズは機能構造や実体構造などとは異なり伝統的な工学手法の外側にあることを受け、それを操作できる枠組みの導入や一連の内容の統合などが課題になることが想定された。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、カスタマイゼーションにおける顧客ニーズ・技術的可能性・経済的合理性のトレードオフを的確に見定めたプロダクトコンセプトを合理的に展開するために、顧客ニーズ・物理機能・実体構造のそれぞれについてのシステム構造と相互関係(=プラットフォーム)を俯瞰し、整合性を持ってデザインすることの意義を明確にするとともに、そのようなプラットフォームコンセプトのデザインを創成するための支援手法を提案することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 上記のように設定した研究の目的に向け、顧客ニーズ・技術的可能性・経済的合理性を横断するモデリングフレームワークの構築、物理構造やコスト構造の制約のもとで個別の顧客価値を最大化するプラットフォームコンセプトを大量の顧客情報を起点として探索する手法の開発、具体のプロダクトデザインでの実装と各手法へのフィードバックの、3つを具体的な研究課題に設定し、プラットフォームコンセプトのデザイン創成支援の考え方を提唱することを目指して研究を進めた。

(2) 平成 28 年度においては、3 つの課題の中でも、 についてのフレームワーク開発を進めるとともに、 について、その具体のプロダクトへの展開を行った。具体的には、モデリングフレームワークの構築、産業機器を題材とするプラットフォームコンセプトのモデリングを行った。また、同機器のプラットフォームコンセプトのデザイン、および支援フレームワークの順次実装と部分的検証を進めた。それらと連携しながら、産業機器の顧客情報の分析を進め、 についての大量の顧客情報からの顧客価値の抽出の可能性について検討を進めた。なお、顧客情報の整理に当初の想定以上の時間を要したことから、一部を平成 29 年度に繰り越して実施した。

(3) 平成 29 年度においては、平成 28 年度から継続して、 についてのフレームワーク開発と についての実装の成果の洗練化を進めた。具体的には、モデリングフレームワークの構築、産業機器を題材とするプラットフォームコンセプトのモデリングを行った。また、同機器のプラットフォームコンセプトのデザイン、および支援フレームワークの順次実装と部分的検証を進めた。それらと連携しながら平成 29 年度においては、 についての大量の顧客情報からの顧客価値の抽出の手法の開発を重点的に進め、産業機器の顧客情報の分析・ビッグデータ処理を実施した。産業用機器のプラットフォームデザインを題材としてフレームワークの検討を進めた。

(4) 平成 30 年度においては、平成 29 年度までの成果を踏まえて、 についてのフレームワークの拡張と についての実装を通じた成果の洗練化に取り組んだ。具体的には、モデリングフレームワークに関しては、顧客ニーズ・物理機能・実体構造を越えてカスタマイゼーションのもとで複雑さが増すサプライチェーンや生産工程に関する事項にまで拡大させた。実装および成果の洗練化に関しては、平成 29 年度までの成果であった顧客ニーズ・物理機能・実体構造を統合し俯瞰するデザインの様相を受発注適正化の観点から体系的に整理した。また、モデリングフレームワークの拡張を受けて、平成 29 年度までの研究において対象としていた産業機器ではなく民生用機器に一連の枠組みを適用することによって、より普遍的な視点からフレームワークの検証と洗練化に取り組んだ。

4. 研究成果

(1) カスタマイゼーションを念頭において製品設計を考える場合に、物理機能・実体構造のそれぞれの構成要素と両者の間の関係を整合性をもって決定するアーキテクチャ設計はその根幹をなすものである。ある視点からのシステム構造に対して、その構成要素のモジュール性や相互関係を整理する方法である Design Structure Matrix(DSM)はシステム構造における適切な関係性を見つけ出すための有効な手法とされており、加えて、物理構造と実体構造のそれぞれについての DSM を両者の要素間の関係を Domain Mapping Matrix (DMM)により接続し、2つの DSM と1つの DMM からなる Multi-Domain Matrix (MDM) をクラスタリング処理により基本的なアーキテクチャ設計に展開することことはこれまでも行われてきていた。本研究では、それに加えて、顧客ニーズにおける構造を DSM として表し、それを DMM を介して物理機能の DSM に接続することにより構成する MDM をもとに顧客ニーズ・物理機能・実体構造に渡る MDM を定義し、そのもとでより広義な意味合いを持つアーキテクチャの設計方法を構成した。それに際しては、MDM において連結する DSM の数が増えることによって、適切な構造を探索する上での評価関数を拡張したり、探索アルゴリズムに独自の調整を行ったりした。

(2) 顧客ニーズ・物理機能・実体構造に渡る MDM によるアーキテクチャ設計方法を製品毎の個別性が高い産業用ロボットのプラットフォーム設計に適用し、設計実務者による設計結果と比較することを通じて、提案方法が合理的なアーキテクチャ設計を導き出すこと、また、設計実務者による経験的な設計では抜け落ちるような関係性を拾い出してアーキテクチャ設計へと結びつけることができることを確認した。また、そのような適用例とは異なる性質の製品として、民生用空調機のユニット設計に適用し、同様に設計実施例と比較することによって、現行の設計が一定の範囲内で合理的なものであることを検証する一方で、一部には別の代替性があり得ることを見出すことにより、構想した設計方法の基本的な有効性や潜在的な可能性を検証した。

(3) (1)で構想した設計手法を(2)において産業用ロボットに適用したことを受け、同製品が個別の注文を受けて既存のモジュールを組み合わせた上で部分的には個別のカスタマイゼーションを行って市場に送り出されていることを受け、3つの DSM を連結した MDM のクラスタリング処理によって導き出される顧客ニーズのモジュール性に対してそれらの適切な順序を導き出すことにより、受発注における顧客ニーズの聞き取りや充足における適正な手順を導き出す方法論を構成した。あわせて、産業用ロボットにおける受発注における実際と照らし合わせることによって、同方法論の有効性についての検討を行った。

(4) (1)で構想した設計手法を(2)において民生用空調機ユニットに適用したことを受け、民生用の多品種混流生産にあっては、顧客ニーズ・物理機能・実体構造に加えて、生産工程の順序性をも加味することが必要であることに着目し、(1)で構想したプラットフォームコンセプトの設計方法を生産工程を含む範囲にまで拡大した。具体的には、まず、生産工程の概念的な計画において有効とされる fishbone diagram に対して、組立操作を要素と DSM による表現とそのパーティションによる組立工程の導出方法を構成する一方、顧客ニーズ・物理機能・実体構造についての MDM によるアーキテクチャ設計法が導き出す実体のモジュール性に関連付けて操作する枠組みをそのような関係性の操作に関連付けることによって、4つの観点にまたがるプラットフォームデザインを行うための方法を構成した。また、そのようにして構成した方法を民生用空調機ユニットの設計問題に適用して、その有効性や活用方法についての考察を行った。

(5) 一連のプラットフォームコンセプトのデザインのための方法論の構築や検証にあたり、産業用ロボットと民生用空調機ユニットの2つの性質が相異なる例題を取り上げたことを受けて、アーキテクチャデザインの製品種別や生産方式への依存性に関して、プラットフォームのもとで展開される製品の種類数と生産量の規模の二軸のもとに、既往研究も含め、本研究での提案手法をマッピングすることによって、それぞれの適性範囲についての検討を行った。

(6) 以上の取り組みに加えて、カスタマイゼーションのもとで複雑さが増すサプライチェーンを加味したアーキテクチャの計画問題に関して、アーキテクチャデザインにおけるモジュールの選択や設計問題にサプライチェーンの計画問題が連成する問題について、その数学的な定式化を導出するとともに最適化計算による解法を構成した上で、様々な不確実性に対して頑強な設計解を求めるためのストラテジックレベルロバスト最適化の考え方を構成し、あわせて、簡便な例題に対する適用を通じて、その意義や可能性についての考察を行った。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

澤井伽奈, 野間口大, 藤田喜久雄, 受発注適正化のためのマルチドメインマトリクス分析による注文仕様生産製品のアーキテクチャ設計法, 日本機械学会論文, 査読有, 2019, 18-00301

DOI: 10.1299/transjsme.18-00301

Sawai, K., Nomaguchi, Y. and Fujita, K., Case study of extended product architecture

design for modularization reflecting customer needs of industrial robots, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 査読有, Vol.11, 2017, JAMDSM0050

DOI: 10.1299/jamdsm.2017jamdsm0050

[学会発表](計8件)

戸井誠人, 澤井伽奈, 野間口大, 藤田喜久雄, 製品系列設計とサプライチェーンネットワーク計画の統合のためのストラテジックレベルロバスト最適設計方法論の構築, 日本機械学会 第28回設計工学・システム部門講演会, 2018.

澤井伽奈, 野間口大, 藤田喜久雄, DSMに基づく製品アーキテクチャ設計方法論の製品種別や生産方式への依存性, 日本機械学会 第28回設計工学・システム部門講演会, (2018).

Toi, M., Sawai, K., Nomaguchi, Y. and Fujita, K., Strategic-Level Robust Optimal Design Method of Product Family and Supply Chain Network, ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2018), 2018.

澤井伽奈, 野間口大, 藤田喜久雄, 相関ルール分析による顧客ニーズの構造化に基づく産業用ロボットのアーキテクチャデザイン, 日本機械学会 第27回設計工学・システム部門講演会, 2017.

Nomaguchi, Y., Osaki, D. and Fujita, K., Optimal Design and Robustness Assessment of Product Family Considering Quantity Discounts in Supply Chain, ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC 2017), 2017.

Sawai, K., Nomaguchi, Y. and Fujita, K., Extended Product Architecture Design of Industrial Robots for Integrating Customer Needs, Physical Functions and Entity Structure, 2016 Asian Conference on Design and Digital Engineering (ACDDE 2016), 2016.

澤井伽奈, 野間口大, 藤田喜久雄, 顧客ニーズ・物理機能・実体構造の連鎖型デザイン・ストラクチャーマトリクスによるモジュール化設計法, 日本機械学会 第26回設計工学・システム部門講演会, 2016.

澤井伽奈, 馬場崇斗, 野間口大, 藤田喜久雄, 産業用機器における顧客ニーズ・物理機能実体構造の相互関係の明確化とモジュール設計, Design シンポジウム 2016, 2016.

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 野間口 大

ローマ字氏名: (NOMAGUCHI, Yutaka)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 大学院工学研究科

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 90362657

研究分担者氏名: 矢地 謙太郎

ローマ字氏名: (YAJI, Kentaro)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 大学院工学研究科

職名: 助教

研究者番号(8桁): 90779373

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。